



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 101 57 119.4  
22 Anmeldetag: 21. 11. 2001  
43 Offenlegungstag: 6. 6. 2002

65 Innere Priorität:  
100 59 019. 5 28. 11. 2000

71 Anmelder:  
FEV Motorentechnik GmbH, 52078 Aachen, DE

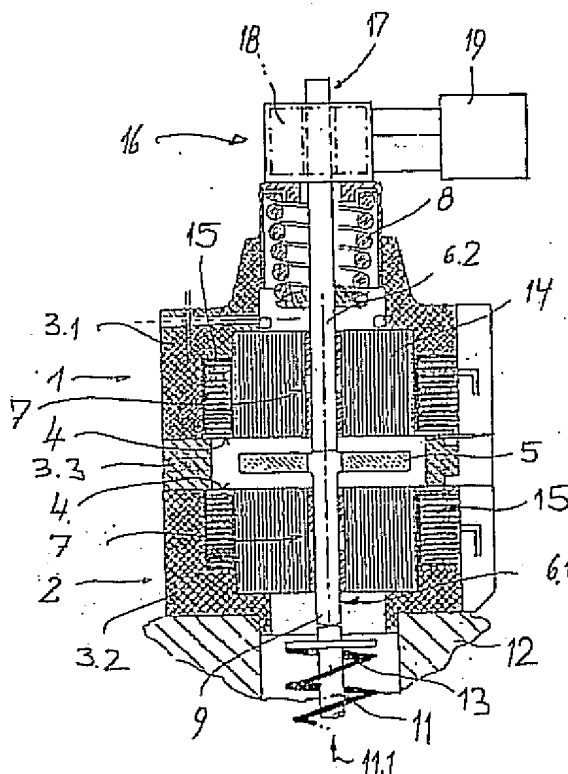
74 Vertreter:  
Patentanwälte Maxton Langmaack & Partner, 50968 Köln

72 Erfinder:  
Laumen, Hermann-Josef, Dr.-Ing., 52525  
Heinsberg, DE; Gürich, Gunter, Dr.-Ing., 52074  
Aachen, DE; Düsterhöft, Martin, Dipl.-Ing., 52070  
Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Sensoranordnung zur Erfassung der Bewegung eines Ankers an einem elektromagnetischen Aktuator

57 Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Erfassung der Bewegung eines Ankers an einem Aktuator, vorzugsweise einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes, insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem axial bewegten stabförmigen Sensorteil (17), das mit einem Kurzschlußelement (23) aus einem elektrisch leitendem Material mit geringem Ohmschen Widerstand versehen ist und das mit dem axial hin und her bewegbaren Stellglied in Verbindung steht, sowie mit einer feststehenden, den stabförmigen Sensorteil (17) im Bereich des Kurzschlußringes (23) umfassenden, zwei Spulen (18.1, 18.2) aufweisenden Spulenanordnung, die mit einer Stromversorgung und einer Signalerfassung (19) in Verbindung steht, wobei die Spulenanordnung (18) zumindest auf ihrem Außenumfang von einem Gehäuse (24) aus magnetisch leitendem aber elektrisch schlecht leitendem Material umschlossen ist.



[0001] Da bei einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes die Bewegung des Ankers des Aktuators identisch ist mit der Bewegung des Stellgliedes, besteht die Möglichkeit, die Ankerbewegung und damit die Bewegung des Stellgliedes im Bereich des Aktuators zu erfassen.

[0002] Bei einem elektromagnetischen Aktuator mit zwei mit Abstand zueinander angeordneten Elektromagneten, deren Polflächen gegeneinandergerichtet sind und zwischen denen bei abwechselnder Bestromung ein Anker gegen die Kraft von Rückstellfedern hin und her bewegbar geführt ist, können über eine Erfassung von Strom und/oder Spannung an dem jeweils fangenden Magneten bzw. bei der Freigabe des haltenden Magneten Rückschlüsse auf die Ankerbewegung gezogen werden, die bei entsprechender Signalverarbeitung zu Zwecken der Ansteuerung verwertbar sind.

[0003] Ein derartiger, elektromagnetischer Aktuator wird beispielsweise als vollvariabler Ventilttrieb zur Betätigung eines Gaswechselventils an einer Kolbenbrennkraftmaschine eingesetzt. Die gestiegenen Anforderungen an die Genauigkeit der Ansteuerung insbesondere in bezug auf die Beeinflussung der Auftreffgeschwindigkeit des Ankers auf der Polfläche des jeweils fangenden Magneten, und damit auch der Aufsetzgeschwindigkeit des Gaswechselventils auf dem Ventilsitz, lassen eine Bewegungserfassung durch Ableitung aus den Strom- und Spannungsverläufen an den Spulen der Elektromagneten nicht mehr ausreichend erscheinen, da die hieraus gewonnenen Signale erst für den nächstfolgenden Hubtakt umgesetzt werden können.

[0004] Es besteht daher die Notwendigkeit, mit Hilfe einer entsprechenden Sensorik die Bewegung des Ankers und damit die Bewegung des Stellgliedes "online" über den gesamten Hubweg zu erfassen, so daß aufgrund entsprechender Signale während der Ankerbewegung des gegebenen Hubes über eine entsprechende Ansteuerung der Elektromagnete auf die Bestromung Einfluß genommen werden kann und die Ankerbewegung im laufenden Hubtakt geführt werden kann.

[0005] Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, ist ein wegführender Sensor erforderlich, der während der gesamten Hubbewegung ein entsprechendes Signal erzeugt, d. h. den Hubweg "abbildet", wobei wegen der Anforderungen an die Auflösung und Genauigkeit bei Gaswechselventilen, aber auch an Einspritzdüsen und Nadelventilen wegen der relativ kleinen Hübe Störungen möglichst vollständig von der Sensorik ferngehalten werden müssen.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, eine Sensoranordnung zur Erfassung der Bewegung eines Ankers an einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes, insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem axial bewegbaren, stabförmigen Sensorteil, das mit einem Kurzschlußelement aus einem elektrisch leitenden Material mit geringem, Ohm'schem Widerstand versehen ist und das mit dem axial hin und her bewegbaren Stellglied in Verbindung steht, sowie mit einer feststehenden, den stabförmigen Sensorteil im Bereich des Kurzschlußringes umfassenden, zwei Spulen aufweisenden Spulenanordnung, die mit einer Stromversorgung und einer Signalerfassung in Verbindung steht, wobei die Spulenordnung zumindest auf ihrem Außenumfang von einem Gehäuse aus magnetisch leitendem, aber elektrisch schlecht leitendem Material umschlossen ist.

[0007] Wird die Spulenordnung einer derartigen Sensoranordnung mit einem hochfrequentem Wechselstrom beaufschlagt, so wird ein hochfrequentes Magnetfeld erzeugt,

das auf das mit dem stabförmigen Sensorteil verbundene Kurzschlußelement einwirkt und im Kurzschlußelement Wirbelströme erzeugt. Die Wirbelströme erzeugen ihrerseits ein magnetisches Gegenfeld, das dem verursachenden hochfrequenten Magnetfeld in Form einer Feldverdrängung entgegenwirkt. Die hierdurch bewirkte Feldschwächung der Spulen macht sich nach außen durch eine Änderung der Induktivität bemerkbar. Wird nun der stabförmige Sensorteil mit seinem Gegenfeld relativ zur Spulenordnung bewegt, dann kann über die durch die Feldverdrängung veränderte Induktivität in der Spulenordnung der Weg des Sensorteils und damit der Weg des Stellgliedes über eine entsprechende Auswerteschaltung berührungslos erfaßt werden. Der stabförmige Sensorteil besteht aus einem magnetisch durchlässigen oder einem magnetisch leitenden Material. Das Kurzschlußelement kann durch einen auf den stabförmigen Sensorteil aufgesetzten Kurzschlußring gebildet werden. Statt eines Kurzschlußringes kann der stabförmige Sensorteil auch unterteilt werden und ein stabförmiges, festverbundenes Zwischenstück aus elektrisch leitendem Material vorgesehen sein.

[0008] Besonders effektiv arbeitet eine derartige Sensoranordnung, wenn der stabförmige Sensorteil aus einem ferritischen Material besteht, an dem das Kurzschlußelement angeordnet ist, das in seiner Ausgangsposition, beispielsweise der Mittellage eines Aktuatorankers zwischen den beiden Elektromagneten, die beiden Spulen der Spulenordnung jeweils teilweise überdeckt. Der ferritische Kern bewirkt eine Erhöhung der Sensorgrundinduktivität. Bei einer Veränderung seiner Position bewirkt das Gegenfeld des Kurzschlußelementes durch seine magnetische Feldverdrängung eine Erhöhung der differentiellen Induktivitätsänderung.

[0009] Zur Verminderung der Auswirkung von äußeren Störeinflüssen ist ein die Spulenordnung möglichst weitgehend umschließendes Gehäuse aus einem magnetisch leitenden, aber elektrisch schlecht leitenden Material vorgesehen. Dies ist insbesondere dann bedeutsam, wenn die Sensoranordnung unmittelbar mit dem Aktuator verbunden ist und der Aktuator als elektromagnetischer Aktuator ausgebildet ist, so daß bei der Betätigung der Elektromagneten des Aktuators entsprechende Störfelder ausgehen.

[0010] Während es grundsätzlich möglich ist, das Material des Kurzschlußelementes in Form eines Ringes durch Aufdampfen oder dergleichen als dünne Schicht auf den stabförmigen Sensorteil aufzubringen, ist es in Ausgestaltung der Erfindung zweckmäßig, wenn das Kurzschlußelement in Form eines Kurzschlußringes eine deutliche Wanddicke aufweist, die vorzugsweise zwischen 0,1 und 0,5 mm liegen kann. Damit kann über eine entsprechende Anpassung der Wanddicke eine gewisse Temperaturabhängigkeit der Sensoranordnung kompensiert werden.

[0011] Dies ist insbesondere wichtig bei Sensoranordnungen, die in Verbindung mit Aktuatoren eingesetzt werden, die wechselnden Betriebstemperaturen ausgesetzt sind, beispielsweise Aktuatoren zur Betätigung von Gaswechselventilen an Kolbenbrennkraftmaschinen. Bei der bevorzugten Verwendung von Kupfer oder auch Aluminium als Material für das Kurzschlußelement ergibt sich, daß bei gegebener Spannung mit zunehmender Temperatur der spezifische Widerstand des Materials des Kurzschlußelementes ansteigt und dementsprechend die Stärke des Magnetfeldes absinkt. Hierdurch ergibt sich eine Veränderung des verdrängenden Magnetfeldes am stabförmigen Sensorteil, der sich auf die Signalgüte auswirkt.

[0012] Da andererseits über das von der Spulenordnung auf das Kurzschlußelement einwirkende, hochfrequente Magnetfeld Störungen durch das Magnetfeld des

trischen Ströme ein Skin-Effekt wirksam wird, steht bei einer entsprechend bemessenen Dicke des Kurzschlußelementes, insbesondere der Wanddicke des Kurzschlußringes mit steigender Temperatur und damit ansteigendem, spezifischem Ohm'schem Widerstand dem Strom ein größerer Leiterquerschnitt zur Verfügung, so daß hierdurch der temperaturbedingte Anstieg des spezifischen Widerstandes durch einen entsprechend größeren "Leiterquerschnitt" in etwa kompensiert und damit praktisch eine Schwächung des verdrängenden Magnetfeldes des Kurzschlußelementes minimiert wird.

[0013] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der stabförmige Sensorteil aus einem magnetisierbaren Material besteht. Um hier die Bildung von Wirbelströmen zu unterbinden, ist es zweckmäßig, daß ein entsprechendes, ferritisches Material mit reduzierter, elektrischer Leitfähigkeit eingesetzt wird, wobei der stabförmige Sensorteil auch aus einem Eisenwerkstoff bestehen kann, der entsprechend gehärtet ist.

[0014] Eine weitere Minderung von Störeinflüssen ist dann gegeben, wenn der stabförmige Sensorteil endseitig mit einer axialen Ausnehmung versehen ist, die sich bis über den Bereich des Kurzschlußringes erstreckt. Hierdurch wird die Beeinflussung der Signalerfassung infolge von Körperschallwellen reduziert bzw. gedämpft, die sich im stabförmigen Sensorteil jeweils beim Auftreffen des Ankers auf eine Polfläche eines zugeordneten Elektromagneten ausbreitet. Gegebenenfalls kann die Ausnehmung mit einem Werkstoff mit geringerem E-Modul als dem E-Modul des Werkstoffs des stabförmigen Sensorteils ausgefüllt sein.

[0015] Sofern genügend "Bauhöhe" vorhanden ist, kann der stabförmige Sensorteil so ausgebildet sein, daß er mit seinem freien Ende die Wandung des Gehäuses zumindest in einer der Endstellungen überragt. Will man hier jedoch Bauhöhe sparen, ist in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß das Gehäuse auf seiner, dem freien Ende des stabförmigen Sensorteils zugekehrten Seite mit einem Kernstab aus einem ferritischen Material versehen ist, der in die Ausnehmung des stabförmigen Sensorteils hineinragt. Obwohl der Kernstab feststeht und der den Kernstab rohrförmig umschließende, stabförmige Sensorteil relativ hierzu bewegt wird, wirkt dies praktisch in gleicher Weise, als wenn der stabförmige Sensorteil die Spulenordnung vollständig durchsetzt.

[0016] Zur Reduzierung von Störeinflüssen ist ferner vorgesehen, daß die beiden Spulen gegenläufig zueinander gewickelt sind.

[0017] Für die Stromversorgung und Signalerfassung ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung eine Trägerfrequenzbrücke vorgesehen, die einen Frequenzgenerator aufweist, wobei die beiden Spulen der Spulenordnung einen Teil der Trägerfrequenzbrücke bilden. Zweckmäßig ist hierbei, wenn der Frequenzgenerator eine hohe Trägerfrequenz beispielsweise in der Größe von 100 kHz erzeugt.

[0018] Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0019] Fig. 1 eine elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Gaswechselventils,

[0020] Fig. 2 eine Grundform einer Sensoranordnung in größerem Maßstab im Schnitt,

[0021] Fig. 3 eine Schaltungsanordnung,

[0022] Fig. 4 eine Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 2,

[0023] Fig. 5 eine andere Ausführungsform eines Kurzschlußelementes.

[0024] Der in Fig. 1 dargestellte, elektromagnetische Aktuator wird im wesentlichen gebildet durch zwei Elektroma-

gneten 1 und 2, die von zwei Gehäuseteilen 3.1 und 3.2 umschlossen sind, die ihrerseits über ein als Distanzteil ausgebildetes Gehäuseteil 3.3 im Abstand zueinander angeordnet und mit ihren Polflächen 4 gegeneinander ausgerichtet sind. In dem vom Distanzteil 3.3 umschlossenen Bewegungsraum zwischen den beiden Polflächen 4 ist ein Anker 5 angeordnet, der über einen Führungsbolzen 6.1 in einer Führung 7 hin- und herbewegbar geführt ist.

[0025] Der Anker 5 steht über einen Führungsbolzen 6.2, der sich auf dem Führungsbolzen 6.1 im Bereich des Ankers 5 auf diesem abstützt, mit einer Rückstellfeder 8 in Verbindung. Das andere untere, freie Ende 9 des Führungsbolzens 6.1 stützt sich hierbei auf einem Stellglied, beispielsweise dem freien Ende des Schaftes 11 eines Gaswechselventils ab, das in dem hier nur angedeuteten Zylinderkopf 12 einer Kolbenbrennkraftmaschine geführt ist. Durch eine Rückstellfeder 13 wird das Gaswechselventil in Schließrichtung (Pfeil 11.1) beaufschlagt, wobei die Rückstellfeder 13 und die Rückstellfeder 8 in ihrer Kraftrichtung gegeneinander gerichtet sind, so daß bei stromlos gesetzten Elektromagneten der Anker 5 entsprechend seine Ruheposition zwischen den beiden Polflächen 4 der beiden Elektromagneten 1 und 2 einnimmt, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist.

[0026] Die Gehäuseteile 3.1 und 3.2 der beiden Elektromagneten umschließen jeweils einen vorzugsweise quaderförmigen Jochkörper 14, die mit Ausnehmungen versehen sind, in die eine ringförmig ausgebildete Spule 15 eingelegt ist, die jeweils über eine hier nicht näher dargestellte Steuereinrichtung zum Öffnen und Schließen des Gaswechselventils abwechselnd bestrombar sind.

[0027] An dem dem Gaswechselventil abgekehrten Ende des Aktuators ist eine Sensoranordnung 16 vorgesehen; die im wesentlichen aus einem stabförmigen Sensorteil 17 gebildet wird, der praktisch eine Verlängerung des Federbolzens 6.2 darstellt. Der stabförmige Sensorteil 17 ist von einer Spulenordnung 18 umschlossen, die mit einer Spannungsversorgung und Signalerfassung 19 verbunden ist. Im Betrieb wird durch die Hin- und Herbewegung des stabförmigen Sensorteils 17 in der Spulenordnung 18 je nach Schaltungsanordnung und Ausgestaltung der Sensoranordnung ein Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung erzeugt, die proportional zum Weg des Sensorteils und damit proportional zum Weg des Ankers 5 ist. Durch einen direkten Abgriff kann hier der Ankerweg als Signal erfaßt werden, und durch eine Differenzierung des Wegsignals kann ein geschwindigkeitsproportionales Signal erzeugt werden.

[0028] Die in Fig. 2 dargestellte Grundaussführung für eine Sensoranordnung besteht im wesentlichen aus dem stabförmigen Sensorteil 17, der von der Spulenordnung 18 umfaßt ist, die über entsprechende Zuleitungen 20, 21, 22 mit der Spannungsversorgung und Auswerteeinrichtung 19 verbunden ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Spulenordnung zwei Spulen 18.1 und 18.2 auf, die zweckmäßigerweise gegenläufig gewickelt sind und über die Mittenabzapfung 22 mit der Schaltung 19 verbunden sind.

[0029] Der dargestellte, stabförmige Sensorteil 17 ist mit einem Kurzschlußelement 23 in Form eines Ringes aus einem elektrisch leitenden Material mit geringem Ohm'schem Widerstand, einem sogenannten Kurzschlußring, versehen. Eine derartige Sensoranordnung arbeitet nach dem Wirbelstromprinzip. Wird die Spulenordnung 18 mit einem hochfrequentem Wechselstrom beaufschlagt, so daß ein hochfrequentes Magnetfeld erzeugt wird, dann werden im Kurzschlußring 23 elektrische Spannungen induziert, die durch den Kurzschluß in Wirbelströme umgewandelt werden. Diese Wirbelströme erzeugen ihrerseits ein magnetisches Gegenfeld, daß dem verursachenden, hochfre-

quenten Magnetfeld der Spulenordnung 18 in Form einer Feldverdrängung entgegenwirkt. Bei einer Bewegung des stabförmigen Sensorteils 17 macht sich die Verschiebung der Feldschwächung relativ zur Spulenordnung nach außen durch eine Änderung der Induktivität bemerkbar, die von der Bewegung des stabförmigen Sensorteils 17 abhängig ist, so daß hierdurch die Position und damit der Weg des Sensorteils 17 über ein entsprechendes Signal erfaßt werden kann.

[0030] Besonders effektiv arbeitet eine derartige Sensoranordnung, wenn der stabförmige Sensorteil 17 aus einem ferritischen Material besteht, an dem ein Kurzschlußelement, beispielsweise ein Kurzschlußring 23 aus Kupfer oder einem anderen, elektrisch gut leitenden Material angeordnet ist.

[0031] Die Spulenordnung wird durch zwei in Reihe geschaltete Spulen gebildet. Der ferritische Kern des stabförmigen Sensorteils 17 bewirkt eine Erhöhung der Sensorgrundinduktivität. Bei einer Veränderung seiner Position bewirkt der Kurzschlußring 23 durch seine magnetische Feldverdrängung eine Erhöhung der differentiellen Induktivitätsänderung. Die Ausbildung der Spulenordnung als Differenzspule bewirkt zusätzlich eine Erhöhung des für die Signalerfassung wichtigen Effekts der Feldverdrängung, in dem Maß, wie die Induktivität der einen Spule vermindert und die Induktivität der anderen Spule vergrößert wird. Dadurch wird der Linearitätsbereich und der Meßbereich des Sensors vergrößert.

[0032] Der Kurzschlußring 23, der aus einem elektrisch gut leitenden Material hergestellt ist, zweckmäßigerweise aus Kupfer oder aus Aluminium, weist eine Dicke auf, die im Bereich zwischen 0,1 und 0,5 mm liegt. Bei der hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Kurzschlußring 23 in einer Nut 23.1 im stabförmigen Sensorteil 17 eingesetzt. Der stabförmige Sensorteil 17 kann hierbei unmittelbar durch das zu betätigende Stellglied gebildet werden, beispielsweise eine Düsenadel an einer Einspritzdüse oder aber auch durch den Schaft eines Gaswechselventils, so daß der stabförmige Sensorteil 17 die Spulenordnung mit seiner ganzen Länge durchsetzt. Die Erstreckung des Kurzschlußelementes, hier des Kurzschlußringes 23 in Bewegungsrichtung, entspricht etwa der halben Länge der Spulenordnung 18 bzw. der Länge einer Teilspule 18.1 bzw. 18.2.

[0033] Der Kurzschlußring ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel für ein hin und her bewegbares Stellglied, beispielsweise ein Gaswechselventil vorgesehen, das im Ruhezustand eine Mitteleinstellung einnimmt. Dementsprechend ist der Kurzschlußring auch so angeordnet, daß er in der Ruhestellung symmetrisch zu den beiden Spulen 18.1 und 18.2 positioniert ist.

[0034] Die Spulenordnung 18 ist von einem Gehäuse 24 bis auf Durchtrittsöffnungen 25 für den stabförmigen Sensorteil 17 allseitig umschlossen; das Gehäuse 24 besteht hierbei aus einem magnetisch gut leitenden Material, das jedoch schlechte, elektrische Leiteigenschaften aufweist und dient als Abschirmung für die Spulenordnung 18 gegenüber der Einwirkung von äußeren Magnetfeldern.

[0035] In Fig. 3 ist schematisch eine Schaltung für die Meßwerterfassung in Form einer Trägerfrequenzmeßbrücke dargestellt. Die beiden Spulen 18.1 und 18.2 der Spulenordnung 18 sind mit zwei weiteren Impedanzen, beispielsweise Spulen 18.3 und 18.4, zu einer Trägerfrequenzmeßbrücke 29 zusammengeschaltet. Die Brücke 29 wird über einen Frequenzgenerator 30 mit einem hochfrequenten Wechselstrom beaufschlagt.

[0036] Wird nun der stabförmige Sensorteil mit seinem

der Brücke 29 bewegt, dann erfolgt eine Beeinflussung des Feldes durch Feldführung bei einem rein ferritischen oder Feldverdrängung bei einem Kurzschlußring bzw. einer Feldveränderung bei einer Kombination von ferritischen Sensorteilen mit Kurzschlußring. Hierdurch wird eine "Verstimmung" der Brücke 29 bewirkt, die über einen Verstärker 31 und Bandpaßfilter 32 erfaßt werden kann. Mittels Gleichrichter 33, der phasenselektiv sein kann, und Tiefpaßfilter 34 kann dann ein Signal erzeugt werden, das für die Zwecke einer Steuerung, beispielsweise der Ansteuerung der Gaswechselventile, verarbeitet werden kann.

[0037] Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 der stabförmige Sensorteil das Gehäuse 24 vollständig durchsetzt, wie dies beispielsweise aus Fig. 1 zu ersehen ist, und damit eine entsprechende Bauhöhe erforderlich ist, wird in Fig. 4 eine Ausführungsform dargestellt, die eine Reduzierung der Bauhöhe erlaubt. Der Grundaufbau entspricht dem Aufbau der Ausführungsform gemäß Fig. 2 nur mit dem Unterschied, daß das Gehäuse 24 auf seiner Oberseite mit einem Abschlußdeckel 25 versehen ist, der zweckmäßigerweise aus dem gleichen Material besteht wie das übrige Gehäuse 24.

[0038] Am Deckel 25 ist ein Kernstab 26 befestigt, der in eine Ausnehmung 27 am freien Ende des Sensorteils 17 hineinragt. Die Ausnehmung 27 ist mindestens so bemessen, daß eine freie Hin- und Herbewegung des Sensorteils 17 möglich ist und auch den Bereich des Kurzschlußringes 23 auf seiner vollen Breite durchsetzt. Der Durchmesser der Ausnehmung und der Durchmesser des Kernstabes sind so bemessen, daß nur ein geringer Luftspalt verbleibt, der jedoch so bemessen werden muß, daß, sofern nicht gewünscht, über den "Pumpeffekt" bei der Hin- und Herbewegung des Sensorteils 17 ein freier Luftwechsel zwischen der Ausnehmung 27 und dem Restraum der Sensoranordnung gegeben ist.

[0039] Trifft nun bei der Anordnung gemäß Fig. 1 der Anker 5 in seiner Endstellung jeweils auf eine der Polflächen 4 auf, dann wird der Federbolzen 6.2 und damit das mit ihm verbundene, stabförmige Sensorteil 17 mechanisch zu Körperschallwellen angeregt, die zwischen den beiden Endflächen reflektiert werden und die die Bewegung des stabförmigen Sensorteils überlagern.

[0040] Die Anordnung der Ausnehmung 27 bietet hierfür den weiteren Vorteil, daß bei entsprechender Bemessung und entsprechender Formgebung die nachteiligen Auswirkungen des jeweils beim Auftreffen des Ankers auf eine Polfläche im stabförmigen Sensorteil sich ausbreitenden Körperschalls gedämpft und die hierdurch erzeugte, hochfrequente Störspannung praktisch unterdrückt wird, was insbesondere bei der Verwendung einer Auswerteeinheit in Form einer Trägerfrequenzmeßbrücke von Bedeutung ist, da hierbei die Arbeitsfrequenzen einerseits und die Frequenzen der Störspannung andererseits nahe beieinander liegen. Das Maßergebnis wird somit verbessert.

[0041] Zweckmäßig ist es hierbei, wenn die Stirnseite 28 der Ausnehmung 27 konisch zulaufend ausgebildet ist und damit eine "glatte" Reflexion der axial hin und her laufenden Körperschallwellen gestört wird.

[0042] Die Verminderung des Rauschabstandes durch die Anordnung der Ausnehmung 27 ist unabhängig von der Anordnung eines Kernstabes 26, so daß, bei entsprechender konstruktiver Gestaltung der Gesamtanordnung, diese Maßnahme auch bei einer Ausführungsform entsprechend Fig. 2 eingesetzt werden kann. Die Ausnehmung 27 sollte sich zweckmäßigerweise zumindest über den Erstreckungsbereich des Kurzschlußringes 23 hinaus erstrecken.

[0043] Während bei den Ausführungsformen gemäß Fig.

ausgebildet ist, zeigt Fig. 5 eine Ausführung in Stabform. Der stabförmige Sensorteil 17 ist hierbei in die Teillängen 17.1 und 17.2 geteilt. Dazwischen ist ein stabförmiges Zwischenstück 23.2 aus Kupfer, beispielsweise durch Schweißen, Löten oder dergleichen, mit diesen beiden Teillängen fest verbunden. Dieses Zwischenstück 23.2 bildet das Kurzschlußelement. Die Erstreckung in Bewegungsrichtung entspricht wiederum etwa der Länge einer Teilschleife 18.1 bzw. 18.2.

[0044] Die aus Spule und stabförmigem Sensorteil gebildete Sensoranordnung kann auch unmittelbar dem Schaft eines Gaswechselventils zugeordnet werden. Hierbei bildet der mit einem Kurzschlußring versehene Schaft des Gaswechselventils, also ein Teil des Stellgliedes selbst, den stabförmigen Sensorteil, dem die Spule entsprechend zugeordnet ist. Bei dieser Anordnung ist die vorbeschriebene Temperaturkompensation infolge des Skin-Effektes für die hochfrequenten Wirbelströme im Kurzschlußring vorteilhaft.

#### Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Erfassung der Bewegung eines Ankers an einem Aktuator, vorzugsweise einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines Stellgliedes, insbesondere zur Betätigung eines Gaswechselventils an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem axial bewegten, stabförmigen Sensorteil (17), das mit einem Kurzschlußelement (23) aus einem elektrisch leitenden Material mit geringem, Ohm'schem Widerstand versehen ist und das mit dem axial hin und her bewegbaren Stellglied in Verbindung steht, sowie mit einer feststehenden, den stabförmigen Sensorteil (17) im Bereich des Kurzschlußringes (23) umfassenden, wenigstens zwei Spulen (18.1, 18.2) aufweisenden Spulenordnung (18), die mit einer Stromversorgung und einer Signalerfassung (19) in Verbindung steht, wobei die Spulenordnung (18) zumindest auf ihrem Außenumfang von einem Gehäuse (24) aus magnetisch leitendem, aber elektrisch schlecht leitendem Material umschlossen ist.
2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der stabförmige Sensorteil (17) aus einem magnetisierbaren Material besteht.
3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Spulen (18.1, 18.2) der Spulenordnung (18) gegensinnig zueinander gewickelt sind.
4. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung der Spulen über ihre Länge so ausgeführt ist, daß die Anzahl der Windungslagen an einem Ende größer ist als am anderen Ende.
5. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke des Kurzschlußringes (23) zwischen 0,1 und 0,5 mm beträgt.
6. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erstreckung des Kurzschlußelementes (23) in Bewegungsrichtung etwa der halben Länge der Spulenordnung (18) entspricht.
7. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der stabförmige Sensorteil (17) endseitig mit einer axialen Ausnehmung (27) versehen ist.
8. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Ausnehmung (27) bis über den Bereich des Kurzschlußringes (23)

erstreckt.

9. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (24) auf seiner, dem freien Ende des stabförmigen Sensorteils (17) zugekehrten Seite mit einem Kernstab (26) aus ferritischem Material versehen ist, der in die Ausnehmung (27) hineinragt.

10. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kurzschlußelement (23) aus Kupfer besteht.

11. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Stromversorgung und Signalerfassung eine Trägerfrequenzbrücke (29) vorgesehen ist, die mit einem Frequenzgenerator (30) in Verbindung steht, wobei die beiden Spulen (18.1, 18.2) der Spulenordnung (18) einen Teil der Trägerfrequenzbrücke (20) bilden.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

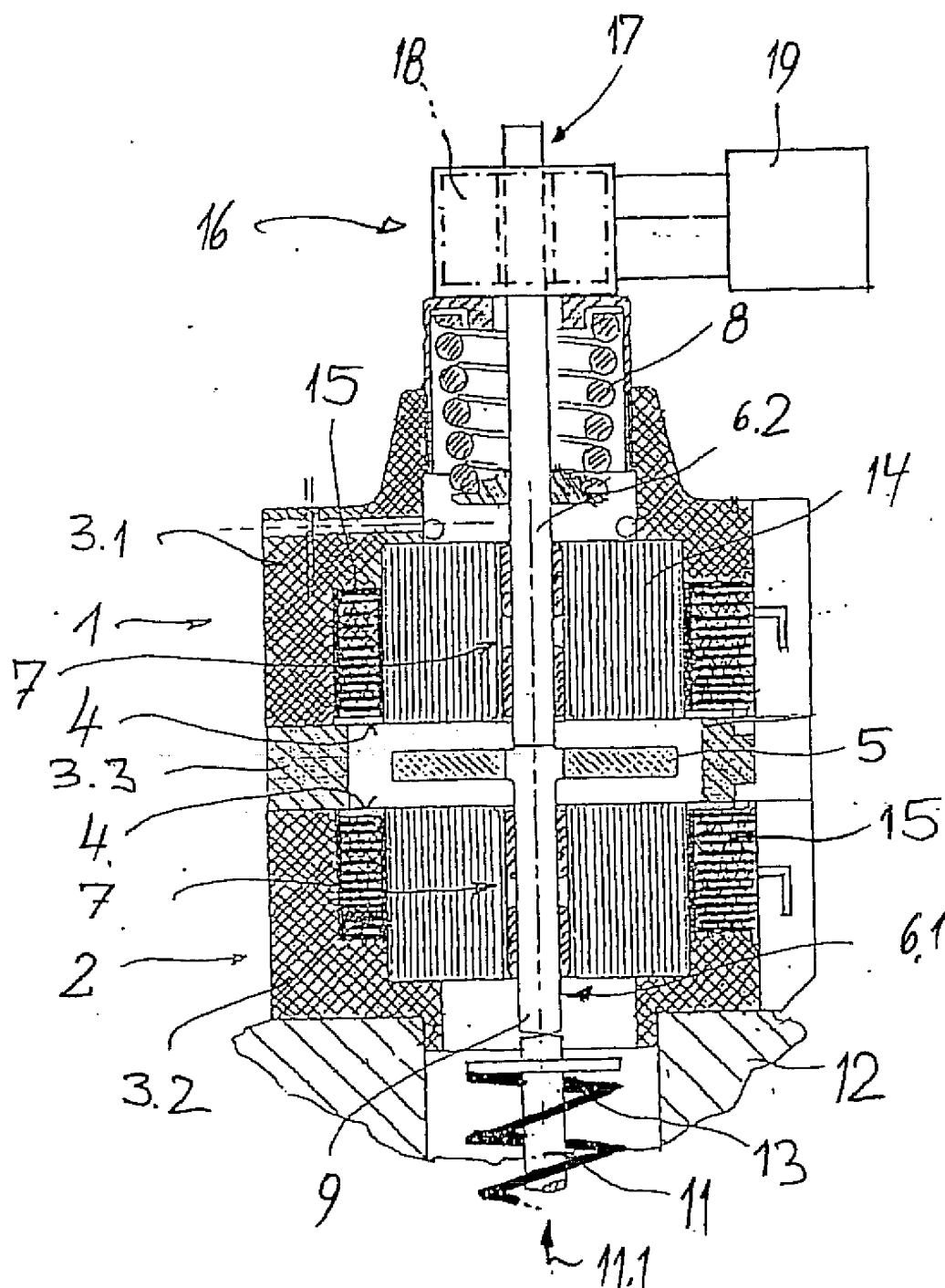


Fig. 1

